

项目式《电气与PLC控制技术》课程“教与学”

徐立中¹, 罗中华¹, 李柯², 张潇³, 刘桂超³

¹南昌理工学院电子与信息学院, 江西 南昌

²南昌理工学院机电工程学院, 江西 南昌

³共青科技职业学院机电工程学院, 江西 九江

收稿日期: 2024年3月19日; 录用日期: 2024年5月6日; 发布日期: 2024年5月14日

摘要

《电气与PLC控制技术》是高职院校机电类专业群课程体系中的一门核心专业课程。本文以项目式课程融入机电大类专业群课程体系建设为背景, 详细介绍和讨论了项目式《电气与PLC控制技术》课程的规划和教学实施过程。其中, 重点介绍和讨论了“电梯控制系统PLC编程设计与调试”项目的设计与安排, 以及该项目的“教与学”主题内容, 并介绍了开发构建支撑项目式课程“教与学”的虚仿-实物相结合实验教学环境。

关键词

课程, 项目式教学, PLC控制技术, 电气设备, 高职教育

“Teaching and Learning” of Project Based *Electric and PLC Control Technology* Course

Lizhong Xu¹, Zhonghua Luo¹, Ke Li², Xiao Zhang³, Guichao Liu³

¹School of Electronics and Information, Nanchang Institute of Technology, Nanchang Jiangxi

²School of Mechanical and Electrical Engineering, Nanchang Institute of Technology, Nanchang Jiangxi

³School of Mechanical and Electrical Engineering, Gongqing Institute of Science and Technology, Jiujiang Jiangxi

Received: Mar. 19th, 2024; accepted: May 6th, 2024; published: May 14th, 2024

Abstract

Electrical and PLC Control Technology is a core specialized course in the course system of electro-

mechanical professional group in higher vocational colleges. This paper introduces and discusses in detail the planning, construction and teaching implementation process of the project-based course *Electrical and PLC Control Technology* based on the background of integrating the project-based course into the construction of the course system of electromechanical major groups. Among them, the paper focuses on the design and arrangement of “Elevator control system PLC programming design and debugging” project, as well as the subject content of “teaching and learning” of the project. It also introduces the development and construction of the experimental teaching environment which supports the teaching and learning of project-based courses.

Keywords

Course, Project-Based Teaching, PLC Control Technology, Electrical Equipment, Vocational Education

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在深入实施制造强国战略，推进新型工业化以及培育新质生产力的国家情势牵引下，构建新型高职院校专业群建设发展机制与新型工业化发展需求的协同，聚焦现代化产业体系建设，人才培养规格对接新型工业化和新质生产力发展需求，成为高职教育改革的关键。以职业教育服务建设现代化经济体系和更高质量更充分就业需要为指导思想，2019年教育部、财政部发布了《关于实施中国特色高水平高职学校和专业建设计划的意见》(简称“双高计划”)[1]，重点支持一批优质高职学校和专业群率先发展。

在高职院校专业建设改革中，课程具有核心地位，对于专业群建设聚焦新型工业化发展和高质量培养新时代技术技能人才起关键作用。本文以高职院校专业群及课程体系建设为背景，后续内容的组织安排：1) 机电大类专业群课程体系构建和项目式课程的融入；2) 《电气与 PLC 控制技术》课程的项目安排；3) 项目式《电气与 PLC 控制技术》教学实施；4) 《电气与 PLC 控制技术》的“电梯控制系统 PLC 编程设计与调试”项目及其“教与学”主题内容；5) 虚拟仿真与实物结合的实验环境。

2. 项目式课程融入机电大类专业群课程体系

2.1. 机电大类专业群课程体系构建

共青科技职业学院、南昌理工学院分别设有数字化设计与制造技术(460102)、数控技术(460103)、机械制造及自动化(460104)、工业设计(460105)、材料成型及控制技术(460107)、智能制造装备技术(460201)、机电一体化技术(460301)、工业机器人技术(460305)等专业，分属于现行高职专科专业目录中装备制造(46)大类下的机械设计制造类(4601)、机电设备类(4602)和自动化类(4603)。

根据两校设有的机械、自动化类多个专业实际现状，通过各自整合现有各专业单体资源和优化结构，强化专业群建设系统化思维，按“产业需求牵引、跨界、融合、提升”总体思路规划专业群建设，发挥专业群的集聚效应和服务产业功能。在此基础上重构原有的专业课程体系，建成了“基础层共享+提升层互通+高阶层分选”跨界集合、分层递进的机电大类专业群课程体系。

2.2. 项目式课程教学与项目设计

项目式课程教学(project-based course teaching)是“以项目为载体、以典型职业工作任务为核心、教师为引导、学生为主体”的一种课程教学模式。教师将学生的学习任务项目化, 指导学生基于真实任务而提出问题, 并利用相关知识与信息资料开展研究、设计和实践操作, 通过学生主动学习、自主探究真实问题/任务/案例, 最终解决问题并展示和分析项目成果。通过项目式学习(project-based learning, PBL), “做中学、学中做”, 学生获取知识的同时, 工作技能、人际交往技能以及创新意识等得到培养[2]。

项目式课程教学起源于 18 世纪欧洲的工读教育和 19 世纪强调学校与企业间合作关系的美国合作教育模式。20 世纪美国实用主义教育家约翰·杜威提出“做中学”的教育思想, 其核心在于围绕实际工作问题, 以打破学科界限的“做”, 促进知识融合转化为能力。20 世纪 90 年代以来, 世界各国都将学习方式的转变作为教学改革的重要内容, 倡导“主题探究”与“设计学习”的课程活动, 在国外的职业教育中已得到广泛应用。我国项目式课程教学研究始于 20 世纪 90 年代末, 基于项目式课程教学、基于项目式学习等方法, 已逐步贯穿在工科教学领域的多个方面, 诸如教学过程、课程改革、实验教学等。

传统的“理论 + 实践”高职教学模式采用先理论后实验的传统教学模式, 即教师先课堂讲授, 然后学生针对课堂讲授的知识做实验, 即所谓的“烟囱式(stovepipe)”串行教学模式, 其“理论+实践”间的联系是割裂的。这种传统模式与高素质、复合型技术技能人才培养目标和要求欠匹配[3] [4] [5]。项目式课程教学与传统的模式不同, 师生通过共同实施一个完整的项目工作而进行的教学活动, 注重将理论融入实践教学, 重视发挥学生的主观能动性和团结协助精神。项目式课程教学除具有实践性、自主性、发展性、综合性、开放性等特点外, 项目式的教与学活动 - 学习成果 - 检查评估之间全过程互动也是其重要特点。

在我院机电大类专业群课程体系框架下, 以 OBE (能力导向教育, 或称成果导向教育)教育理念为指导, 规划设计项目和实施项目式课程教学。以机电工程领域中真实工作问题、或典型生产任务、或工程服务案例为主题内容, 按照真实问题/任务/案例项目化、项目解题课程化、课程实施实作化、检查评估成果化的主线进行项目的规划设计和开发。

机电大类专业群课程中的项目设计开发遵循的原则包括[6] [7]:

- 1) 项目来源于机电生产/工程服务一线的工作情景而提炼的真实问题/任务/案例。
- 2) 项目应体现机电、信息、企业管理等学科的交叉性和综合能力运用的特点。
- 3) 项目需具有挑战性, 具有一定的挑战度, 适合学生自主学习, 并根据自己的兴趣选择项目和学习成果的展示形式。

2.3. 在课程体系的提升层课程中《电气与 PLC 控制技术》的项目安排

我院机电大类专业群分设了 2 个专业方向, 即“机电一体化技术”和“机电设备维修与管理”方向。表 1 给出了设计开发的项目和融入机电大类专业群课程体系的项目安排。

在“机电一体化技术”和“机电设备维修与管理”2 个专业方向上的提升层课程中, 均设置了“电梯控制系统 PLC 编程设计与调试”项目, 属机电一体化技术专业和机电设备维修与管理专业方向共享项目, 用于支撑《电气与 PLC 控制技术》课程的项目式“教与学”。

在提升层课程和高阶层课程中, 还设置了其他多个项目。这些项目有些是与课程直接对应, 有些是综合性的。如, 《机械产品数字化设计》课程的项目对应“基于中望机械版 CAD 软件的工装夹具设计”; 《工业机器人编程与调试》课程的项目对应“智能机械臂机电安装与调试”。而“CA6136 普通卧式车床拆装测绘”“校园视频监控系统集成安装与调试”“数控加工中心维护与保养”“突发生产事故应急处置”等项目, 则是综合性的[8] [9]。

Table 1. The project of design and development and its arrangement
表 1. 设计开发的项目和项目安排

课程体系层级	专业方向	项目
机电大类专业群课程体系基础层	——	——
机电大类专业群课程体系提升层	机电一体化技术	CA6136 普通卧式车床拆装测绘 基于中望机械版 CAD 软件的工装夹具设计 绝对式和增量型光电编码器测试 电梯控制系统 PLC 编程设计与调试 车间生产计划调度与现场管理
	机电设备维修与管理	CA6136 普通卧式车床拆装测绘 基于中望机械版 CAD 软件的工装夹具设计 智能机械臂机电安装与调试 电梯控制系统 PLC 编程设计与调试 车间生产计划调度与现场管理
机电大类专业群课程体系高阶层	机电一体化技术	校园视频监控系统集成安装与调试 无线传感器网络调试与测试 智能水表生产线安装与调试 机器人焊接工作站控制软件运行测试 突发生产事故应急处置 数控加工中心维护与保养
	机电设备维修与管理	工业流程车间成套设备维护与管理 生产车间工业机器人安装与调试 机器人焊接工作站控制软件运行测试 突发生产事故应急处置

3. 项目式《电气与 PLC 控制技术》教学实施

项目式《电气与 PLC 控制技术》课程教学实施流程的关键环节包括：1) 设计开发项目并明确项目任务；2) 制定并实施“教与学”计划；3) 项目学习成果的展示；4) 学习成果的检查评估。

3.1. 《电气与 PLC 控制技术》教学大纲

《电气与 PLC 控制技术》由理论课和项目课组成，总学时：64，第四学期开课，理论课和项目课交织进行。理论课 28 学时，分三大教学模块(每个大模块又细分 3~5 个子模块)：1) 电气控制系统中常用电气设备和低压电器；2) PLC 基础；3) PLC 工程应用。项目课 36 学时，学习形式：2~3 位学生可组成一个“学习 - 结对 - 分享”的学习小组，以学习 - 合作方式进行项目式学习(PBL)。

3.2. “电梯控制系统 PLC 编程设计与调试”项目和“教与学”主题内容

电梯是机械、电气紧密结合的大型机电产品。主要由机房、井道、轿厢、门系统和电气控制系统组成。通过 PLC 控制曳引电动机来控制轿厢的启动、加速、运行、减速、平层停车，实现对电梯运行的控制。以电梯作为机电工程领域中真实工作问题，设计开发《电气与 PLC 控制技术》课程的项目：“电梯

控制系统 PLC 编程设计与调试”。设置 3 个子项目，即：低压开关柜设计与测试、PLC 控制电梯运行与编程调试、电梯安全保护系统。学生提交和展示的成果包括测试数据或仿真数据测试/曲线、显示界面/软件程序演示等，还必须提交技术报告。提交的可展示的成果应在学院楼/实验中心前厅或楼道展示，共交流学习。表 2 分别给出了 3 个子项目的“教与学”主题内容和要求学生提交和展示的成果。

Table 2. The project, topic contents of “teaching and learning”, submission and presentation of learning outcomes
表 2. 项目、“教与学”主题内容、学习成果的提交和展示

项目	子项目	“教与学”主题内容	学习成果的提交和展示
电梯控制系统 PLC 编程设计 与调试	低压开关柜设计与 测试	断路器、隔离开关、负荷开关及辅助电器的选型设计，过电流测试	低压开关柜电气设计图、额定短时/峰值耐受电流、过流保护和电气互连器件功能测试数据/曲线或仿真实验数据测试等，及技术报告
	PLC 控制电梯运行 与编程调试	电梯控制系统设计、PLC 编程和仿真调试	电梯控制系统设计图、PLC 轿内按钮控制、轿外按钮控制、信号控制、集选控制和群控等仿真实验数据/曲线/显示界面/软件程序演示，及技术报告
	电梯安全保护系统	机械安全保护设计、电气安全保护设计	轿厢意外坠落、层门门锁与轿门电气联锁、超越行程保护、电气接地等安全保护设计图、火灾等意外事件的电控处置方案、虚拟仿真实验数据/曲线/显示界面/软件程序演示，及技术报告

3.3. 学习成果的考核、检查评估

与传统的考核、检查评估不同，项目式课程学习成果的考核、检查评估，包括(量化)考核学生学习成绩和(非量化)评价学生 PBL 表现两个部分。学习成果的考核评估不仅考核对电气和 PLC 控制理论知识的掌握程度，更注重评估学生在学习过程中展现的学习能力及努力程度。学生 PBL 表现是基于学习态度、PBL 表现、技能提高等方面(包括：参与性、PBL 准备、出勤情况；文献资料和信息分析、解决工程问题、自主学习、动手实践，个人和人际交往)做出的检查评估[9] [10] [11]。

我院在项目式《电气与 PLC 控制技术》课程教学中，有关电气和 PLC 控制理论及知识点内容的量化考核参照课程大纲要求，以卷面百分制考核成绩，期末一次考试，不设期中考试。量化考核和学生 PBL 表现的非量化检查评估，各占的比例是：(量化)考核 55%，(非量化)评估 45%。

3.4. 虚仿 - 实物结合的实验教学环境支撑《电气与 PLC 控制技术》教与学

按照“虚实结合、互为补充、综合运用、注重创新”的思路，在我院已有的 PLC 实训室基础上，开发构建虚仿 - 实物结合的实验环境，组成实验室实体环境和网络/数字环境合成的实验环境，以支撑项目式《电气与 PLC 控制技术》课程的教与学。

基于“虚实结合、以虚补实”原则，建设虚仿 - 实物结合实验教学环境。虚仿-实物结合实验教学环境的平台系统开发，采用了虚拟仿真和半实物仿真技术，包括虚拟现实、环境和场景建模、云渲染开发及数值模拟等技术[12]。在实验室实体环境下工作场景由电气设备、传感器、16 套西门子 PLC 实训平台、PLC 工业组态软件、及采用物理模拟手段组建的半实物高层电梯实体模型等构建。虚仿 - 实物结合实验环境的平台架构如图 1 示意。

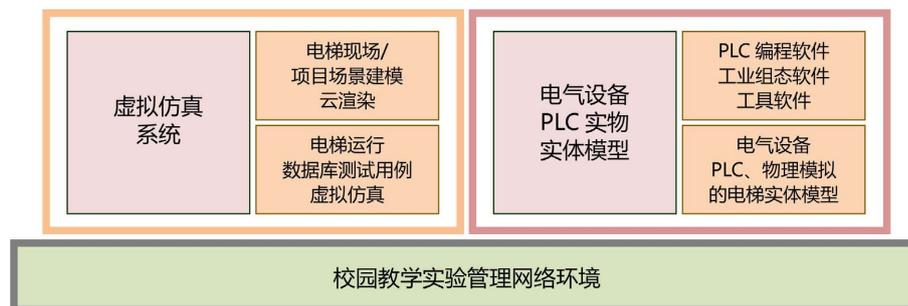


Figure 1. The platform architecture of experimental environment combining virtual simulation and real object

图 1. 虚仿 - 实物结合实验环境的平台架构

基于虚拟现实技术开发的仿真环境和实验室实体环境相结合，组成虚拟空间与现实空间结合的实验教学环境，支撑《电气与 PLC 控制技术》“教与学”，包括以下四个方面：

1) 知识点的验证性实验和基本技能的训练符合教学大纲要求。

2) 可模拟高层电梯发生重大事故和应急处置时的 PLC 控制过程。通过与外接烟雾探测器、环境传感器等联动的创新设计，以及基于虚拟空间对于真实世界中危险任务的模拟，使得学生在学习和探究极端场景或意外事件处置的过程中，得到更高层次的批判性思维和复合型技术技能的训练。

3) 支持学生学习和探究有关新知识点和新技能集。

4) 2 人或 3 人结合组成学习小组形式，通过线上线下之间的协作，使得学生对于不同的高层电梯工作场景、PLC 控制过程、电梯事故应急处置等学习探究过程中，能够在解决复杂任务问题的批判性思维、较高阶的工作技能、书面表述和口头沟通技能、以及创新意识等方面得到训练和培养。

4. 结束语

课程和课程体系是提高教育质量的关键因素，是实现培养高素质新时代技术技能人才目标的重要载体。以专业群建设和项目式课程融入机电类专业群课程体系构建为背景，总结了项目式《电气与 PLC 控制技术》课程的规划建设和教学实施过程的经验。

尽管这仅是基于个别学校进行的单一案例的项目式课程教学改革研究与实践，但提出的项目式《电气与 PLC 控制技术》课程“教与学”方案和实施路径，以及所取得的经验，希望能够与读者分享。

基金项目

本文得到江西省自然科学基金(20232BAB202003)的资助。

参考文献

- [1] 教育部, 财政部. 关于实施中国特色高水平高职学校和专业建设计划的意见[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A07/moe_737/s3876_qt/201904/t20190402_376471.html, 2019-03-29.
- [2] 约翰·杜威. 经验与教育[M]. 盛群力, 译. 北京: 中国轻工业出版社, 2016.
- [3] 沈克永, 邱震钰, 胡荣群, 彭雪梅, 吴玲红, 朱文龙. 创新产教融合模式、突出职业接口课程特色[J]. 职业教育, 2022, 11(3): 328-333.
- [4] 徐梦溪, 熊建桥, 杨庆. “工业控制软件综合实验”课程规划建设研究[J]. 创新教育研究, 2022, 10(12): 3131-3136.
- [5] 何柏青, 梁玉英, 李晓芳, 赵慧, 胡荣群, 黄建军. 面向“卓越一线工程师”教育培养的专业课程建设与改革探索[J]. 创新教育研究, 2022, 10(4): 851-857.
- [6] 徐梦溪, 卢阿丽, 庄严. CDIO 工程教育改革实践模式与“中国制造 2025”的关联性[J]. 教育进展, 2022, 12(5):

1741-1747.

- [7] 沈克永, 胡荣群, 邱震钰, 王葵, 吴玲红. 面向计算机信息类专业人才培养的实践教学改革创新实施路径设计[J]. 教育进展, 2022, 12(9): 3269-3274.
- [8] 徐梦溪, 陆云扬, 谈晓珊, 施建强. 固态激光雷达传感器技术及无人机载测深应用[J]. 电子测量技术, 2021, 44(15): 89-96.
- [9] 何欣. 基于 OBE 理念的机电专业“四阶段、四层次”实训教学模式研究[J]. 职业教育研究, 2023(7): 50-55.
- [10] 徐梦溪, 吴晓彬. CDIO 方法: 高等工程教育改革与新发展[J]. 教育进展, 2022, 12(3): 606-613.
- [11] 罗中华, 杨扬, 严林波, 阮英兰, 白书华. “传感器网络及应用”课程建设与教学模式改革的实施路径[J]. 教育进展, 2022, 12(4): 1235-1240.
- [12] 黄陈蓉, 徐梦溪, 温秀兰, 蔡玮. 校企深度合作、专业跨界联动的虚拟仿真实验/实训系统构建研究[J]. 职业教育, 2022, 11(5): 473-480.